

10656126

10.20.03

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

012836854 **Image available**

WPI Acc No: 2000-008686/ 200001

XRPX Acc No: N00-007915

Micro light resonance type organic electroluminescence element used in flat surface display - has organic layer and transparent electrode whose thickness and sheet resistance of transparent electrode are set to predetermined range

Patent Assignee: TOYOTA CHUO KENKYUSHO KK (TOYW)

Inventor: FUJIKAWA H; NODA K; TAGA Y; TOKITO S

Number of Countries: 002 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 11288786	A	19991019	JP 9917978	A	19990127	200001 B
US 6406801	B1	20020618	US 99243479	A	19990203	200244

Priority Applications (No Type Date): JP 9823692 A 19980204

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 11288786	A		9 H05B-033/24	
US 6406801	B1		H05B-033/12	

Abstract (Basic): JP 11288786 A

NOVELTY - Thickness of organic layer and transparent electrode is set to 50 nm, 100 nm respectively such that the sheet resistance of transparent electrode is set below 30 Omega . The micro-optical resonator comprising multilayered film mirror (30) and metal electrode mirror (20), is set as double of resonance wavelength. DETAILED DESCRIPTION - Transparent electrode (12) acts as anode and metal electrode mirror (20) acts as cathode, between which organic layer containing light emission layer (16) is provided. A multilayered film mirror (30) with several layers of different refractive index is formed between substrate (10) and electrode (12). Hole and electrons are injected into light emission layer (16) for emitting light, from the two electrodes (12,20). Then, the specific wavelength of emitted light are reinforced by micro-optical resonator.

USE - Used in flat surface display, simple dot matrix display.

ADVANTAGE - Degradation of element characteristic by heat generation of transparent electrode is prevented reliably, since current tolerance of the transparent electrode is incremented to 5-10. Since thickness of organic layer containing light emission layer is set to 100 nm, reliability of EL element is improved. DESCRIPTION OF

DRAWING(S) - The figure shows the component of micro light resonance type organic EL element. (10) substrate; (12) Transparent electrode; (16) Light emission layer; (20) Metal electrode mirror; (30) Multilayered film mirror.

Dwg.1/11

Title Terms: MICRO; LIGHT; RESONANCE; TYPE; ORGANIC; ELECTROLUMINESCENT; ELEMENT; FLAT; SURFACE; DISPLAY; ORGANIC; LAYER; TRANSPARENT; ELECTRODE; THICK; SHEET; RESISTANCE; TRANSPARENT; ELECTRODE; SET; PREDETERMINED; RANGE

Derwent Class: U14; X26

International Patent Class (Main): H05B-033/12; H05B-033/24

International Patent Class (Additional): H05B-033/14

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): U14-J02; X26-J

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-288786

(43) 公開日 平成11年(1999)10月19日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 5 B 33/24

33/14

識別記号

F I

H 0 5 B 33/24

33/14

A

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-17978

(22) 出願日 平成11年(1999) 1 月27 日

(31) 優先権主張番号 特願平10-23692

(32) 優先日 平10(1998) 2 月 4 日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1

(72) 発明者 時任 静士

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 野田 浩司

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

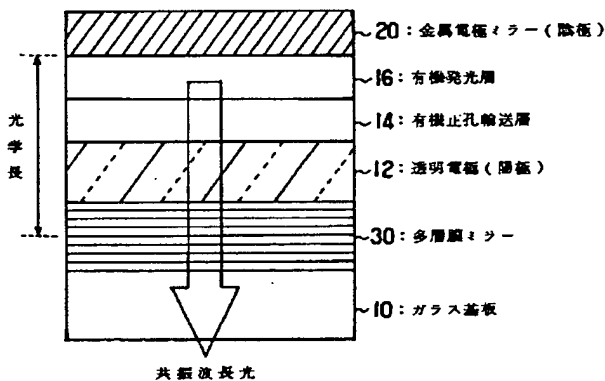
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光共振型有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】

【課題】 有機EL素子の信頼性の向上。

【解決手段】 ガラス基板10上に多層膜ミラー30、透明電極12、有機層を成す正孔輸送層14及び発光層16、金属電極ミラー20を備え、多層膜ミラー30と金属電極ミラー20とで構成される微小光共振器により発光光の内の特定波長を増強する。微小光共振器の光学長Lを共振波長の2倍に設定し、有機層の厚さを100nm以上、透明電極の厚さを50nm以上又は該透明電極のシート抵抗が30Ω/□以下となるように設定する。これにより、大電流を流した場合の透明電極の発熱が防止され、素子特性の劣化が確実に防止できる。また、発光層を含む有機層の厚さが十分厚くなるのでこの点でも素子の信頼性向上が図れる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 陽極としての透明電極と、陰極電極としての金属電極ミラーとの間に、発光層を含む有機層を備え、
基板と前記透明電極との間に、屈折率の異なる複数種類の層が交互に積層されて構成された多層膜ミラーを備え、

2つの前記電極から前記発光層に正孔と電子を注入して前記発光層を発光させ、前記多層膜ミラーと前記金属電極ミラーとで構成される微小光共振器により発光光の内の特定波長を増強する有機エレクトロルミネッセンス素子であり、
前記微小光共振器の光学長が増強目的波長の2倍で、
前記有機層の厚さを100nm以上、
前記透明電極の厚さを50nm以上又は該透明電極のシート抵抗が30Ω/□以下となるように設定することを特徴とする光共振型有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項2】 請求項1に記載の光共振型有機エレクトロルミネッセンス素子において、
前記増強目的波長は、前記発光層の発光ピーク波長から短波長側に約30nmの範囲であることを特徴とする光共振型有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一対の電極間に有機材料からなる発光層を備え、両電極から発光層にキャリアを注入することによって発光層を発光させ、更に、発光光の内の特定波長を共振させて放射する光共振型有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機EL素子という）に関する。

【0002】

【従来の技術】有機EL素子を利用した平面ディスプレイや、平面光源は、次世代のディスプレイ材料として大きな注目を浴びて研究が行われており、単純ドットマトリクスディスプレイについては実用化のための開発が進んでいる。有機EL素子は、陽極電極と陰極電極との間に有機材料からなる発光層が設けられ、2つの電極から発光層に注入された電子と正孔が層内で再結合することにより、有機材料に応じた蛍光スペクトルの光が発生する。そして、この光は、指向性のない自然放出光として有機EL素子からガラス基板を通して素子外部に放射される。

【0003】このような有機EL素子において、光の指向性を得るため、図11に示すような微小光共振器構造を備える有機EL素子が提案されている。この共振器構造を備えた有機EL素子では、陽極である透明電極12と陰極である金属電極50の間に有機材料からなる発光層16及び正孔輸送層14を備えると共に、ガラス基板10と陽極電極12との間に多層膜ミラー40が設けら

れている。微小光共振器構造は、この多層膜ミラー40と金属電極50との組み合わせで構成され、多層膜ミラー40と金属電極50との間隔で規定される特定の共振波長の光が増強される。しかし、現実には、有機発光層16として発光スペクトルのブロードな発光材料を使用した場合、発光光に指向性を与えることは難しい。

【0004】これに対し、光学長を規定する多層膜ミラー40と金属電極50との間隔や、共振波長の位置を精密に制御し、光学長を目的波長の1.5倍とすることで素子前方への光の指向性が高まることが報告されている（特開平9-180883号公報）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、光学長が1.5波長の上述のような有機EL素子では、陽極である透明電極の厚さが30nm程度であった。

【0006】透明電極は、導電率の高いITO（Indium tin oxid）であっても、そのシート抵抗は30Ω/□もあり、ジュール熱の発生が避けられない。例えば、このような有機EL素子を液晶表示装置の高輝度バックライトとして用いる場合には、最も高効率の素子でも約100mA/cm²以上の大電流を素子に流さなくてはならない。ディスプレイ等として用いられる場合の通常の駆動条件は10mA/cm²以下であり、これと比較して異常に大きい電流を流すと、ITO電極における発熱は避けることができない。そして、有機EL素子の劣化が温度依存性を備えており、高温ほど劣化は激しくなる。経験的には駆動電流を10倍とすると素子寿命は1/10になってしまう。

【0007】また、例えば、1994年、10月10日のApply Physics Letter 65(15)「Sharply directed emission in organic electroluminescent diodes with an optical-microcavity structure」には、特殊な発光材料（希土類元素を含む金属錯体）を用いることにより、ITO陽極電極の厚さについては158nmと、従前と同程度の構成で、素子前方への光の高指向性が実現されることが報告されている。

【0008】ところが、この文献に示される特殊な発光材料はその発光効率が低く、化学的にも不安定であり、高輝度、高効率な素子は得られていない。更に、有機層の合計膜厚が100nm以下であり、欠陥等に基づく絶縁耐圧等、素子の信頼性が低く有機層での局所的な短絡破壊の確率が高く現実的ではない。

【0009】以上のように、光共振型有機EL素子は依然として最適化されておらず、高い発光効率の発光材料を用い、大電流での信頼性の高い共振型の有機EL素子は得られていない。また、素子前方への十分な光の指向性も実現されていない。

【0010】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、有機EL素子において発光効率の向上と、素子の信頼性の向上を図ることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の光共振型有機EL素子は、陽極としての透明電極と、陰極電極としての金属電極ミラーとの間に、発光層を含む有機層を備え、基板と前記透明電極との間に、屈折率の異なる複数種類の層が交互に積層されて構成された多層膜ミラーを備え、2つの前記電極から前記発光層に正孔と電子を注入して前記発光層を発光させ、前記多層膜ミラーと前記金属電極ミラーとで構成される微小光共振器により発光光の内の特定波長を増強する有機エレクトロルミネッセンス素子であり、前記微小光共振器の光学長が増強目的波長の2倍とする。

【0012】この微小光共振器の「光学長」は、多層膜ミラーへの光の浸み込み分と、有機層の光学的厚さによって決まる（文献J. Appl. Phys., 80 (1996) 6954）。この光学長を増強目的波長 λ の2倍とすることで、陽極である透明電極及び有機層の厚さを素子の特性上、適正な厚さとすることを可能としている。

【0013】具体的には、有機層の厚さを100nm以上、前記透明電極の厚さを50nm以上又は該透明電極のシート抵抗が $30\Omega/\square$ 以下となるように設定することを特徴とする。有機層の厚さを100nm以上とすることで、有機層の信頼性を向上する。透明電極の厚さを50nm以上又はシート抵抗が $30\Omega/\square$ 以下となるように設定することで、素子に大電流を流しても発熱を抑制することが可能となり、発熱による素子の特性劣化を防止すると共に、大電流駆動が可能となり高輝度の照明装置として利用することも容易となる。

【0014】また、本発明において、前記増強目的波長を前記発光層の発光ピーク波長から短波長側に約30nmの範囲とすることが好適である。

【0015】発光層の発光ピーク波長から30nmよりも離れると、十分な発光強度が得られなかったり高い指向性が得られないためであり、十分な発光強度で、かつ指向性の高い光を素子から射出可能とするためには、このような条件に設定することが好適である。

【0016】透明電極の光学的厚さは、例えば $\lambda/2$ に設定することがより好適である。なお、ここで膜の光学的厚さ L は、実際の膜の厚さ D に対し、 $L=D \times n$

(n :屈折率)で示される厚さである。このように設定すれば、例えば増強目的波長 $\lambda=500\text{nm}$ の場合、透明電極の実際の厚さは約129nmになり（実際の厚さは光学的厚さをその屈折率（ここでは1.93）で割った値）、シート抵抗として $15\Omega/\square$ 程度が達成される。

【0017】また、有機EL素子の発光色純度をより高めるためには、有機層を構成する発光材料として、発光スペクトルの幅の狭いものを利用することが好ましい。例えば、半値幅が80nm程度以下のキナクリドン等の

発光材料を用いることが好ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）について、図面に基づいて説明する。

【0019】図1は、実施形態に係る微小光共振型有機EL素子の構成を示す図である。本実施形態の有機EL素子は、ガラス基板10上に屈折率の異なる2種類の層が複数層積層されて構成された多層膜ミラー（誘電体ミラー）30が形成されている。この多層膜ミラー30上には、陽極としてITO (Indium Tin Oxide)、 SnO_2 、 In_2O_3 などを用いた透明電極12が形成されている。また透明電極12上には発光層16及び正孔輸送層14を含む有機層が形成され、有機層の上に陰極電極としてAg、MgAgやAlLi、さらにはLiFを介在させたAl等からなる金属電極ミラー20が形成されている。

【0020】微小光共振器は、多層膜ミラー30と、金属電極ミラー20とによって構成され、この共振器の光学長は、光の多層膜ミラー30への浸み込み分と、透明電極12及び有機層の光学的厚みの和である。そして、本実施形態ではこの光学長を増強目的波長（共振波長） λ の2倍に設定し、透明電極12の厚さを50nm以上又はこの透明電極12のシート抵抗が $30\Omega/\square$ 以下となるような厚さとする。更に有機層の合計厚み（ここでは発光層16と正孔輸送層14と合計厚み）を100nm以上に設定する。

【0021】従来のように光学長 1.5λ で透明電極を30nm程度とした場合、透明電極としてITOを用いてもシート抵抗は $30\Omega/\square$ 以上となる。これに対し、本実施形態のように光学長を増強目的波長 λ の2倍とし、透明電極12を厚さ50nm以上又はシート抵抗 $30\Omega/\square$ 以下となるように設定する。

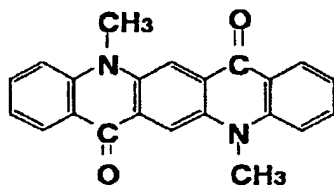
【0022】特に、透明電極12の厚さは、 $\lambda/2$ とすることが好ましい。このように透明電極12の厚さを $\lambda/2$ とすると、その抵抗を半分とすることができ、ITOを用いた透明電極12の場合に発生するジュール熱は、単純計算でも $1/4$ に低減することができる。図2は、従来のようにITO透明電極を $\lambda/4$ 以下とした場合の素子と、本実施形態のように透明電極12としてITOを用い、その厚さを $\lambda/2$ とした場合の素子における輝度電流特性を示している。従来の素子は、大電流を流すとジュール熱により素子の劣化が起り、輝度が低下しているが、本実施形態の素子では、大電流を流しても、素子の劣化はほとんどなく、電流量の増大に応じて高い発光輝度が得られている。このように透明電極12を十分に低いシート抵抗が得られるように厚くすることにより、素子の温度上昇を確実に抑えることができ、熱による素子劣化を抑制し、安定に高輝度で長時間発光させることが可能となる。

【0023】また、有機EL素子内での局所的な短絡破

壊を回避し、素子の信頼性を確保するために、有機層全体の厚みは100nm以上とする。

【0024】図3は、光学長が1.5λの共振型有機EL素子と、本実施形態のように光学長を2λとした共振型有機EL素子の作用の違いを概念的に示している。図3(a)のように光学長1.5λの素子では、透明電極12が薄いためその抵抗が高くなり、合わせて有機層が薄いため、電極層の突起や埃などの付着物が存在していると、透明電極12と金属電極50とが局部的に短絡する可能性もある。従来の素子の寿命が短いのは、このような短絡が駆動時間の経過に伴って発生することも理由の一つである。これに対して図3(b)のように本実施形態の素子は光学長2λで透明電極12及び有機層も上述のように十分厚いため、埃の存在や電極層の突起などが存在しても、それにより電極間が短絡する可能性が低い。この様な理由によっても、本実施形態の素子では、上述のように素子寿命を長くすることが可能となっている。

【0025】ここで、光学長を2λとする場合、光学長



Qd

図5は、535nmを増強目的波長とし、発光層として上記キノクリドンを含む発光材料を用い、有機層を140nm、ITO電極を150nmの厚さに設定した場合における波長と発光強度（左縦軸）の関係を示している。また、図6は、500nmを増強目的波長とし、発光層としてAlqを用い、有機層を115nm、ITO電極を150nmの厚さに設定し、かつ多層膜ミラーを構成するSiO₂膜とTiO₂膜とをそれぞれ4層ずつとした場合における波長と発光強度（左縦軸）の関係を示している。なお、図5及び図6の右縦軸は、m=5、4、3についての共振強度（任意単位a.u.）を示している。

【0028】図5に点線で示すように、キノクリドンの発光スペクトルは650nm以下で半値幅は80nm以下であり、720nm付近に発生する3次ピークと重ならない。従って、最終的に得られる共振型の有機EL素子の発光スペクトルは、図5に一点鎖線で示すように、設定した535nm付近の波長が選択的に増強されたものとなる。一方、下記化学式(2)に示すようなアルミキノリノール錯体(Alq)の場合、図6の点線に示すようにその発光スペクトルは半値幅が大きく、また650nm付近にもスペクトルが存在している。そして、その発光スペクトル内に3次モードの共振波長が入ってし

$L = m \cdot \lambda / 2$ から、利用する共振モードmは、4、つまり、4次モードとなる。この場合、図4に示すように、低次の発光ピーク（低次モード）、例えばm=3、5の共振モードが利用モードの近くに発生する。そして、4次の増強目的波長を用いる発光材料の発光スペクトルの短波長側の急峻な領域に重なるように設定すると、3次モードの共振波長が4次モードの長波長側に現れる。そこで、発光層16に用いる発光材料としては、このような他の低次モードがその発光スペクトル内に入らないように、元のスペクトルの幅が狭いものを用いることが好ましい。つまり、発光材料としては、発光スペクトルの半値幅（最大ピーク値が半分の値になるまでの幅）が小さいものを用いる。

【0026】例えば、半値幅が80nm以下のものを用いることが好ましい。このような条件を満たす発光材料としては、例えば化学式(1)のようなキノクリドン（半値幅80nm）が挙げられる。

【0027】

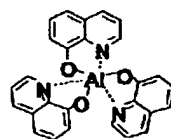
【化1】

... (1)

まっている。従って、発光層としてAlqを用いた光共振型有機EL素子では、図6の一点鎖線に示すように3次モードの共振波長も発光し、このため色純度が低くなる。また、前方への高指向性が得られなくなる。

【0029】

【化2】



... (2)

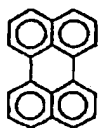
Alq

なお、赤色発光素子に関しては、低次モードが近赤外域（700nm以上）の発光となるため、半値幅が大きい発光材料を用いても視覚（人間の目には見えない光）上大きな問題にはならない。

【0030】発光層16の材料としては、例えば、青色発光の場合には化学式(3)に示すペリレン、化学式(4)に示すオキサジアゾール系、化学式(5)に示すジスチルアリレン系を用いることができる。赤色系では、化学式(6)に示すフタロシアニンや化学式(7)に示すDCM2(5)を用いることができる。

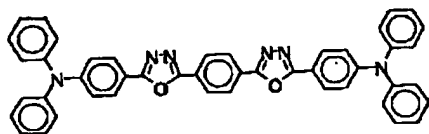
【0031】

【化3】



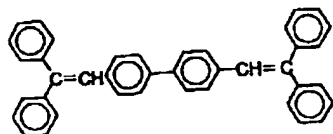
... (3)

【化4】



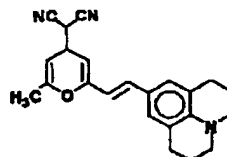
... (4)

【化5】



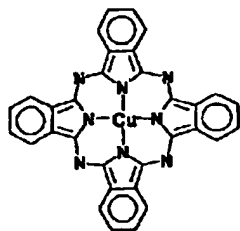
... (5)

【化7】



... (7)

【化6】

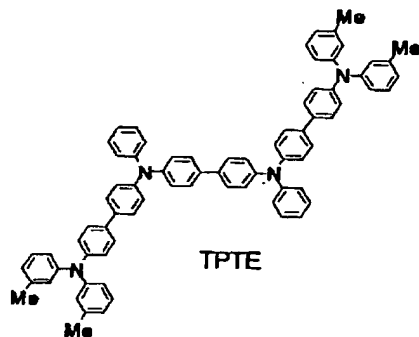


... (6)

また、発光層16とともに有機層を構成する正孔輸送層14は、主として芳香族アミン系材料、例えば、化学式(8)に示されるTPTE(トリフェニルアミン4量体)や、 α -NPB(Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl]benzidine)等が好適である。

【0032】

【化8】



... (8)

また、発光層と正孔輸送層によって有機層を構成しているが、発光層への電子の注入をより容易とするために、更に、発光層と金属電極ミラーとの間に有機材料を用いた電子輸送層を形成したり、或いは、アルカリ金属又はアルカリ土類金属の酸化物やフッ化物からなる電子注入層を形成することが好適である。

【0033】また、本実施形態では、増強目的波長を上述のような発光層の発光ピーク波長の短波長側約30nm程度とする。これは、以下のような理由による。

【0034】増強目的波長は、共振器(有機EL素子)と共振している波長(共振波長)であり、その波長は見る角度によって変化する。例えば、図7に示すように、観察方向が共振器の正面($\theta=0^\circ$)から斜め方向(例えば $\theta=30^\circ$ 、 60°)になると短波長側へシフトす

る。そのため、発光層の発光ピークから大きく離れた位置に増強目的波長を設定すると、発光強度(増強した光の強度)が低下したり、全体としての指向性がなくなったりしてしまう。例えば、発光層の発光スペクトルが、図8(a)に実線で示すような特性である場合に、増強目的波長を発光ピークから短波長側に30nmより大きい(α)の位置に設定すると、図8(b)に示すように、共振型有機EL素子からの射出光の指向性は維持されるが、素子正面での発光強度が非常に小さくなってしまう。反対に、図8(a)の位置(β)のように増強目的波長を発光ピークから長波長側に設定した場合、図8(c)に示すように、指向性が失われてしまう。また、増強目的波長を発光ピークから長波長側に大きく離すと、その領域では発光層の発光スペクトル自体が小さい

ため、素子正面での発光高強度自体も小さくなってしまふ。

【0035】ここで、発光層の材料として発光ピークの短波長側が急峻な特性を有するほど、共振させて得らる発光光の指向性が高くなる。上述のように本実施形態では、発光層の材料としてできるだけ急峻な発光特性を備える発光材料を用いるので、発光ピークから30nmより短波長側に離れた所では、発光層自体の発光スペクトルの強度が極端に小さく、このような波長を増強目的波長としても十分な発光強度が得られない。例えば、図5において、キナクリドンQdの発光ピーク波長は540nmで、ここから30nmだけ短波長側は510nmになるが、この位置では元の発光スペクトルの発光強度が、ピーク強度の30分の1しかない。従って、増強目的波長は発光ピーク波長から短波長側に30nm以内の範囲に設定しておくことが好ましい。

【0036】また、発光ピーク波長から長波長側に30nm程度の範囲内に増強目的波長を設定すると、発光自体は得られるが、上述の図8(c)のように指向性が得られなくなってしまう。図9はこの様子をより具体的に示している。図9(a)のように、増強目的波長を発光層の長波長側に設定した場合、上述のように観察方向が変化して増強目的波長の射出光の波長が短波長側にシフトすると、そのシフトした増強目的波長の短波長側には発光層の元の発光スペクトルの発光ピークに重なって発光強度の高い領域が存在することとなる。従って、図9(a)及び(b)に示されるように、共振型有機EL素子正面($\theta=0^\circ$)で観察される発光強度に対し、斜めの角度(例えば、 $\theta=30^\circ$ 、 45° 、 60°)での発光強度も高くなってしまふ。つまり、斜めの角度から見た際に、増強目的波長以外の高い発光強度を有する波長の光が見えてしまふ、素子前方への十分な指向性が得られないこととなる。よって、このような場合には、十分な指向性を得るために素子から射出される光を別途分光する必要が発生する。

【0037】以上のことから、発光層の発光ピークの短波長側30nm以内に増強目的波長を設定することにより、十分な発光強度と指向性が得られる。

【0038】

【実施例】図10は、本発明の有機EL素子の実施例を示している。図10に示す有機EL素子は、まず、洗浄したガラス基板上に、マグネトロンスパッタ法によって屈折率の異なるSiO₂膜とTiO₂膜とを交互に形成し(交互に4回、計8層)、多層膜ミラーを形成した。ここで、ストップバンド(多層膜ミラーの光反射波長領域)の中心波長は、570nmに設定し、SiO₂膜とTiO₂膜はそれぞれ97nm、60nmの厚さとした。このようにして得られた多層膜ミラーの反射率は約90%であった。

【0039】次に、この多層膜ミラーの上に陽極電極と

してITO電極を $\lambda/4$ (膜厚150nm)の厚さに形成した。次に、真空度 10^{-7} torrの真空蒸着法で、正孔輸送層としてトリフェニルアミン四量体(TPTE)を60nm形成した。更に、発光層としてアルミキノリノール錯体(Alq)及びキナクリドン(Qd)の共蒸着層を20nm形成し、次に電子輸送層としてAlqだけのAlq層35nm形成し、この共蒸着層とAlq層とを発光層とした。キナクリドンとしては、信頼性の高いメチル化されたものを用いた(化学式(1)参照)。最後に、この発光層の上にMgAgミラー電極を150nm形成した。

【0040】以上のようにして得られた有機EL素子のITO電極とMgAgミラー電極間に5V直流電圧を印加したところ、素子前方(図10の下方)に指向性を有する緑色発光光が得られた。駆動電圧を挙げて、発光層への注入電流を500mA/cm²(15V)にすると、30000cd/m²の輝度を得られ、素子前方への指向性は維持された。また、素子の輝度半減寿命は10時間を達成することができた。

【0041】なお、以上の実施形態、実施例において発光層の有機材料としては、低分子系材料に限らず、例えば、ポリパラフェニレンビニレンのような高分子系材料を用いることも可能である。

【0042】更に、本発明では、上記本実施形態に係る有機EL素子を有機材料や無機材料化合物からなる保護膜で覆う、更に不活性ガスで素子を封入するなどにより、素子の信頼性を一層高めることができる。なお、素子の封止にあたっては、不活性ガスの封入に限らず、シリコン系やフッ素系の液体を封入してもよい。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、多層膜ミラーと金属電極ミラーとで構成される微小光共振器の光学長を増強目的波長の2倍とする。これにより、設計上、透明電極を厚くすることが可能となり、大電流を流した場合の透明電極の発熱が防止され、電流許容量は5~10倍程度となり、透明電極の発熱による素子特性の劣化が確実に防止できる。また、発光層を含む有機層の厚さを100nmと十分な厚さとすることも可能となり、この点からも素子の信頼性向上が図れる。

【0044】また、増強目的波長を発光層の発光ピーク波長から短波長側に約30nmの範囲とすることで、十分な発光強度で、かつ指向性の高い発光光を素子から射出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1に係る微小光共振型有機EL素子の構成を示す図である。

【図2】 本発明と従来の有機EL素子の輝度電流特性を比較する図である。

【図3】 本発明と従来の有機EL素子の構造の違いによる特性の違いを説明する概念図である。

【図4】 本実施形態に係る微小光共振型有機EL素子の発光層の発光スペクトルと共振波長との位置関係を示す図である。

【図5】 発光層としてキナクリドンを用いた場合の微小光共振型有機EL素子の発光スペクトルを示す図である。

【図6】 発光層としてアルミキノリノール錯体を用いた場合の微小光共振型有機EL素子の発光スペクトルを示す図である。

【図7】 発光層の発光スペクトルとその角度依存性を示す図である。

【図8】 発光層の発光スペクトルのピーク波長に対し設定する増強目的波長の位置と該位置に応じて得られる

射出光の特性を説明する図である。

【図9】 発光層の発光スペクトルのピーク波長の長波長側に増強目的波長を設定した場合に得られる射出光の発光強度及び指向性を説明する図である。

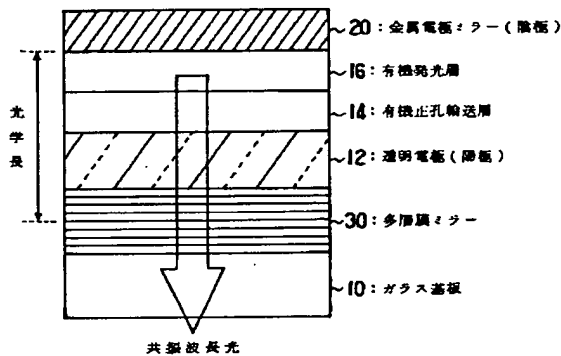
【図10】 本発明の実施例に係る微小光共振型有機EL素子の構成を示す図である。

【図11】 一般的な微小光共振型有機EL素子の構成を示す図である。

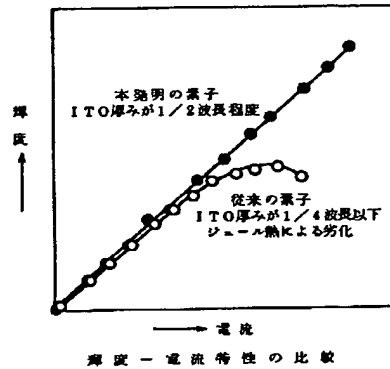
【符号の説明】

10 ガラス基板、12 透明電極（陽極）、14 正孔輸送層、16 発光層、20 金属電極ミラー（陰極）、30 多層膜ミラー。

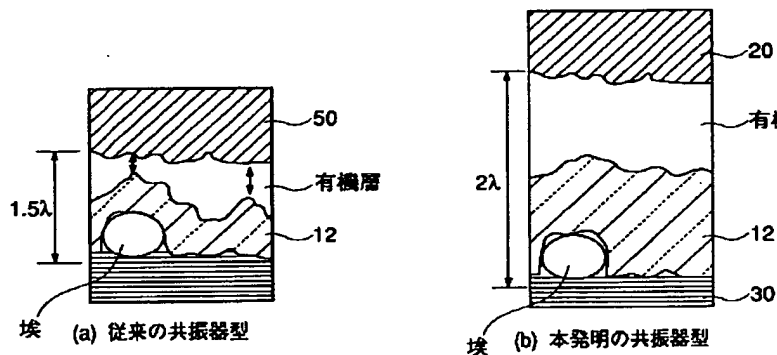
【図1】



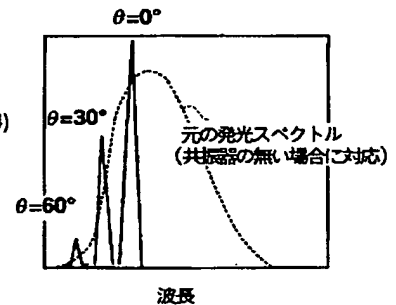
【図2】



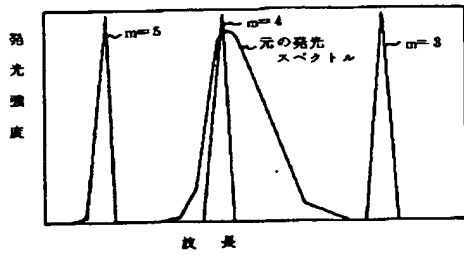
【図3】



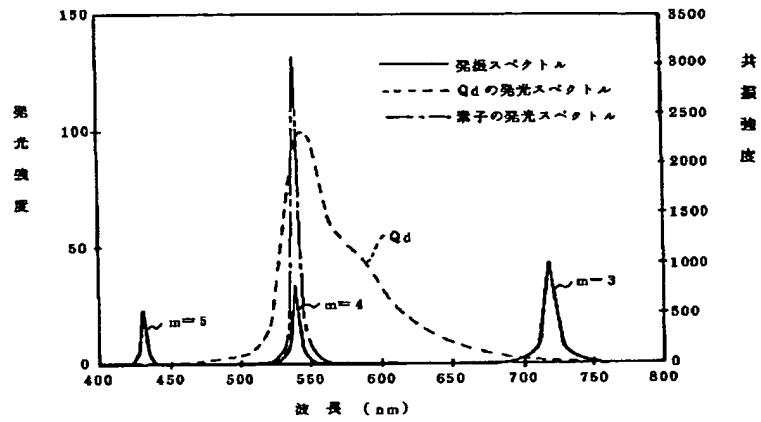
【図7】



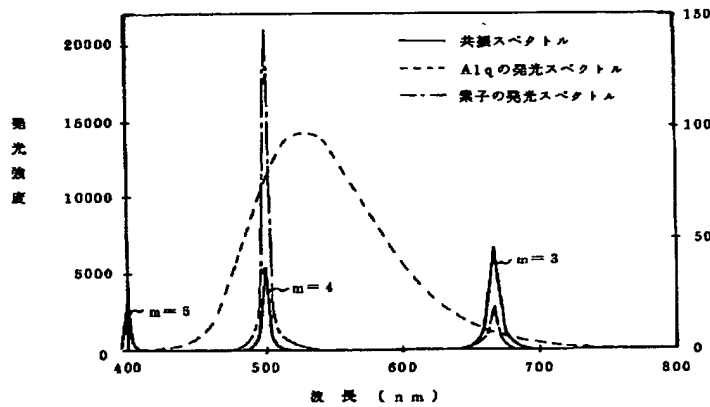
【図4】



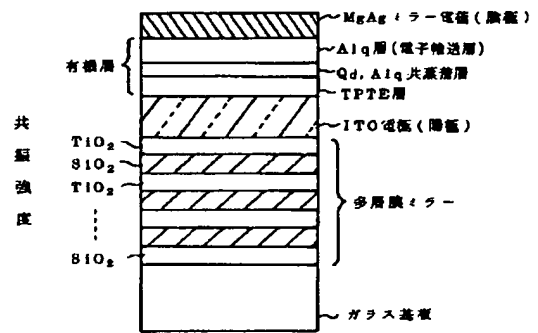
【図5】



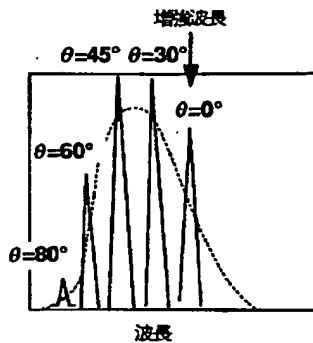
【図6】



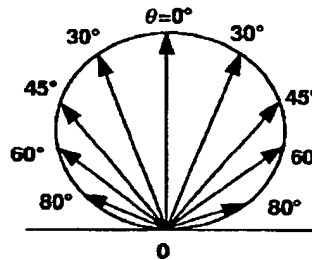
【図10】



【図9】

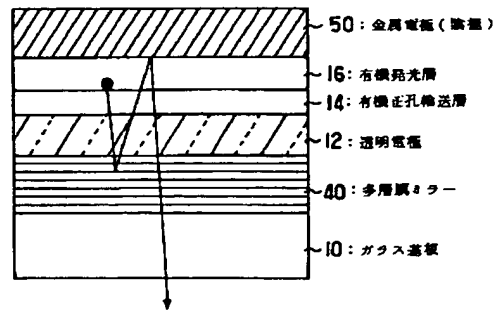


(a)

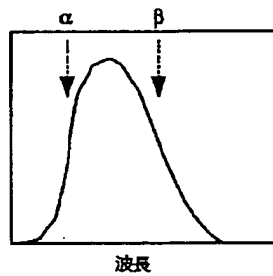


(b)

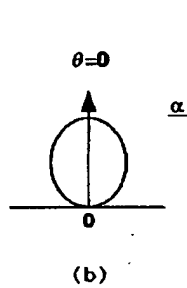
【図11】



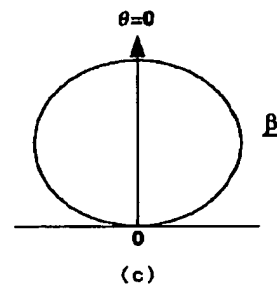
【図8】



(a)



(b)



(c)

フロントページの続き

(72)発明者 藤川 久喜
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 多賀 康訓
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

